



Eur päisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Eingang

10. Okt. 2003

NH/DRP

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02102749.5

Der Präsident des Europäischen Patentamts:
im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Anmeldung Nr:
Application no.: 02102749.5
Demande no:

Anmelde tag:
Date of filing: 13.12.02
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Ford Global Technologies, Inc.,
A subsidiary of Ford Motor Company
600 Parklane Towers East
Dearborn,
Michigan 48126
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Radaufhängung für ein Kraftfahrzeug

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)
revendiquée(s)

Staat/Tag/Aktenzeichen/State>Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

EP/14.12.01/EP 01129784

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

B60G/

Am Anmelde tag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filling/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Radaufhängung für ein Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft eine Radaufhängung für ein Kraftfahrzeug enthaltend: ein Lagerelement für die Radachse; einen Träger, an welchem das Lagerelement bezüglich einer im Wesentlichen vertikalen Achse drehbar gelagert ist, wobei die vertikale Achse nahe dem Radzentrum verläuft; ein Federbein, das mit dem Träger verbunden und an der Karosserie abgestützt ist; einen Lenker, welcher mit der Karosserie gekoppelt und mit dem Träger oder dem Lagerelement verbunden ist.

Eine Radaufhängung der eingangs genannten Art ist aus der DE 42 06 896 A1 bekannt. Das Rad des Kraftfahrzeugs wird hierbei mit seiner Drehachse an einem Achsschenkel gelagert. Der Achsschenkel ist um eine im Wesentlichen senkrechte Achse drehbar an einem Träger gelagert, welcher mit einem an der Karosserie abgestützten Federbein fest verbunden ist. Ferner ist der Träger schwenkbeweglich mit einem Querträger gekoppelt, welcher kardanisch an der Karosserie gelagert ist. Um den Achsschenkel zu stabilisieren und unerwünschte Drehungen des Federbeines zu verhindern, ist der Achsschenkel über einen weiteren Lenker mit der Karosserie verbunden. Gegenüber einer gewöhnlichen Radaufhängung vom sog. McPherson Typ, bei welcher das Lagerelement und der Träger fest verbunden bzw. einstückig sind, erfordert die beschriebene Radaufhängung zusätzliche Bauelemente und vor allem Anlenkpunkte an der Karosserie.

Eine andere Radaufhängung der eingangs genannten Art ist aus der DE 44 09 571 A1 bekannt. Hierbei handelt es sich um eine auf der McPherson-Achse basierende Federbeinachse mit einem Achsschenkel, an welchem ein Rad des Kraftfahrzeugs mit seiner Drehachse gelagert ist. Der Achsschenkel ist ferner über ein Federbein bestehend aus einem Dämpferkolben und einer Spiralfeder sowie über einen Querlenker mit der Karosserie gekoppelt. Um die Tendenz ein-

derartigen Radaufhängung zu Lenkradschwingungen und einem unruhigen Lauf zu verhindern, wird gemäß der DE 44 09 571 A1 der Dämpferzylinder durch einen zusätzlich daran angebrachten und mit der Karosserie gekoppelten Lenker verdrehsicher gelagert.

5

Vor diesem Hintergrund war es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine vereinfachte Radaufhängung bereitzustellen, welche eine geringe Übertragung von Störungen und Schwingungen aufweist.

10 Diese Aufgabe wird durch eine Radaufhängung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch eine Radaufhängung mit den Merkmalen des Anspruchs 2 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

Die erfindungsgemäße Radaufhängung für ein Kraftfahrzeug enthält ein Lagerelement für die Drehachse des aufzuhängenden Rades. Bei dem Rad kann es sich um ein angetriebenes oder nicht angetriebenes Vorderrad oder Hinterrad des Kraftfahrzeugs handeln. Das Lagerelement kann insbesondere ein Achsschenkel oder eine Spindel sein. Dieses ist an einem Träger bezüglich einer im Wesentlichen vertikalen Achse drehbar gelagert, wobei die vertikale Achse in enger Nähe an dem Radzentrum bzw. Radmittelpunkt vorbeiläuft. Dies soll natürlich insbesondere den Fall einschließen, daß die vertikale Achse durch das Radzentrum verläuft. Durch die drehbare Lagerung des Lagerelementes um die erläuterte vertikale Achse wird gegenüber der herkömmlichen McPherson-Achse ein zusätzlicher Freiheitsgrad eingeführt. Der Bremskrafthebel sowie der Beschleunigungskrafthebel und der Stoßradius lassen sich somit beliebig einstellen, wobei diese Größen bevorzugt minimiert werden. Auf diese Weise wird die Erzeugung und Weiterleitung von störenden Schwingungen und Kräften minimiert.

30 Ferner ist der Träger direkt oder indirekt über ein Federbein mit der Karosserie gekoppelt. Ein Federbein besteht in bekannter Weise aus einem Dämpferkolben und einer Schraubendruckfeder und sorgt für eine gedämpfte, elastische Abstützung des Rades an der Karosserie.

Die Radaufhängung weist darüber hinaus einen Lenker auf, welcher an einem Ende mit der Karosserie des Kraftfahrzeuges gekoppelt ist. Der Lenker kann an der Karosserie insbesondere in mindestens einem Schamiergelenk befestigt sein, so daß dieser sich nur um eine Achse drehen kann. An seinem anderen Ende ist der
5 Lenker bei einer ersten Variante der Erfindung mit dem vorstehend genannten Träger gelenkig gekoppelt. Bei einer zweiten Variante der Erfindung ist der Lenker an seinem zweiten Ende mit dem Lagerelement gelenkig gekoppelt.

Die Radaufhängung ist bei beiden vorstehend genannten Varianten dadurch ge-
10 kennzeichnet, daß das Federbein und/oder der Träger mit einem Stabilisator ge-
koppelt ist. Stabilisatoren werden im Fahrzeugbau als Federelemente zur Verbes-
serung der Straßenlage eines Kraftfahrzeuges verwendet. Häufig sind Stabilisato-
ren dabei als runde Drehstäbe ausgebildet, deren Mittelteil drehbar an der Karos-
serie angebracht ist, während die Enden über Gummielemente an den Radauf-
15 hängungen (insbesondere den Querlenkern) der Räder angelenkt sind. Bei einem
Anheben eines Rades (Einfedern) wird über eine Verdrehung des Stabilisators
das andere Rad auch angehoben. Dieser Effekt wirkt bei einer Kurvenfahrt ein r
übermäßigen seitlichen Neigung der Karosserie entgegen.

20 Durch die Kopplung zwischen dem Federbein/Träger und dem Stabilisator ist es
möglich, das Federbein gegen Verdrehungen beim Auftreten von Kräften in
Längs- oder Querrichtung zu stabilisieren, ohne daß hierzu weitere Lenker am
Träger und/oder am Lagerelement erforderlich wären. Die Radaufhängung kommt
daher mit denselben Anlenkpunkten an der Karosserie - d.h. eine Abstützung für
25 das Federbein und eine schwenkbewegliche Lagerung für den (Quer-)Lenker -
aus wie eine herkömmliche McPherson-Achse. Dies ermöglicht es, beide Arten
der Radaufhängung wahlweise bei demselben Fahrzeugtyp einzusetzen und auf
diese Weise z. B. eine kostengünstigere und eine höherwertige Fahrzeugvariante
zu schaffen.

30 Für die Ausgestaltung der Verbindung zwischen Stabilisator und Federbein/Träger
stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Insbesondere kann der Stabili-
sator über ein elastisches Lager wie zum Beispiel ein Gummilager oder über ein

Kugelgelenk mit dem Federbein bzw. Träger gekoppelt werden. Die genannten Gelenkartens haben den Vorteil, daß diese kostengünstig verfügbar sind.

Der Lenker kann an dem Träger (erste Variante der Erfindung) beziehungsweise
5 dem Lagerelement (zweite Variante der Erfindung) über ein Scharniergelenk befe-
stigt sein. Dies hat den Vorteil, den nachfolgenden Aufbau der Radaufhängung zu
versteifen. Bei einer Kopplung des Lenkers an den Träger wirkt sich die Verstei-
fung auch auf das mit dem Träger verbundene Federbein aus, so daß dessen
Verdrehung verhindert wird. Der Nachteil einer Ankopplung über ein Scharnierge-
lenk besteht allerdings darin, daß das Federbein in einer Ebene senkrecht zur
10 Schwenkachse des Lenkers (gegenüber der Karosserie) liegen muß, damit eine
Bewegung in dieser Konstellation kinematisch möglich ist. Dies schränkt jedoch
die Konstruktionsmöglichkeiten der Radaufhängung erheblich ein, so daß in man-
chen Fällen keine Austauschbarkeit gegen eine gewöhnliche McPherson Achs
15 mehr gegeben ist. Des Weiteren wird das Federungsverhalten des Kraftfahrzeu-
ges durch die vorgeschriebene Ausrichtung des Federbeins unter Umständen un-
günstig beeinflußt.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist daher der Lenker an
20 dem Träger (erste Variante der Erfindung) beziehungsweise an dem Lagerelement
(zweite Variante der Erfindung) über ein Kugelgelenk befestigt. Kugelgelenke sind
einerseits kostengünstig verfügbar und erlauben andererseits eine Relativbewe-
gung zwischen den gekoppelten Elementen um beliebige Achsen. Hierdurch ent-
fällt die kinematische Einschränkung, daß das Federbein senkrecht zur Schwenk-
25 achse des Lenkers liegen muß, so daß es auch in anderen Ausrichtungen ange-
ordnet werden kann. Die freie Austauschbarkeit der Radaufhängung mit einer
standardmäßigen McPherson Achse wird hierdurch in allen Fällen gewährleistet.
Eine Verdrehung des Federbeines findet dabei trotz des zusätzlichen Freiheits-
grades des Kugelgelenkes nicht statt, da es durch den Stabilisator hieran gehin-
30 dert wird.

Optional wird das Federbein in einer relativ zur Vertikalen gekippten Position an-
geordnet. Eine solche Kippung ist insbesondere bei der vorstehend beschriebenen

Verwendung eines Kugelgelenkes zwischen Lenker und Träger beziehungsweise zwischen Lenker und Lagerelement möglich. Vorzugsweise kann das Federbein in Bezug auf die Fahrtrichtung rückwärts geneigt sein, um den Bremsnickausgleich (Anti-dive) der Aufhängung zu verbessern.

5

Weiterhin wird das Federbein vorzugsweise so ausgerichtet, daß es in derselben Ebene wie die Lenkachse liegt. Hierdurch läßt sich der für die Lenkbewegung verfügbare Raum maximieren.

10 Im Folgenden wird die Erfindung mit Hilfe der Figuren beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Seitenansicht einer erfindungsgemäß Radaufhängung gemäß einer ersten Variante ;

15

Fig. 2 eine detailliertere perspektivische Darstellung der Radaufhängung gemäß Figur 1;

20

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer Ausgestaltung mit am Träger angekoppeltem Stabilisator;

Fig. 4 einen Teil einer erfindungsgemäß Radaufhängung mit einer Spindel;

25

Fig. 5 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäß Radaufhängung gemäß einer zweiten Variante.

Figur 1 zeigt in einer schematischen Seitenansicht eine erfindungsgemäß Rad- aufhängung, welche in ihrer Konstruktion von der sogenannten McPherson-Achse ausgeht. Bei Letzterer handelt es sich um eine Einzelradaufhängung, bei der ein Achsschenkel unten an einem schwenkbeweglich an der Karosserie gelagerten Querlenker und oben an einem Schwingungsdämpferrohr ("McPherson-Federbein") gelagert ist. Das Schwingungsdämpferrohr ersetzt somit den oberen Querlenker einer Doppelquerlenkerachse (vgl. "Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik",

26. Auflage, Verlag Europa Lehrmittel, Haan-Gruiten, Kap. 4.5.3). Die Lagerung des Querlenkers an der Karosserie findet vorzugsweise in einem Scharniergeelenk bzw. bei einem Dreiecksquerlenker in zwei Scharniergeelenken statt. Das Schwingungsdämpferrohr wird vorzugsweise in einem elastischen Gummilager an der
5 Karosserie gelagert.

Über die Radaufhängung wird ein Rad 5 des Kraftfahrzeugs mit der Karosserie (nicht dargestellt) verbunden. Das Rad 5 ist dabei mit seiner horizontalen Drehachse an einem Achsschenkel 1 als Lagerelement drehbar gelagert. Der Achsschenkel 1 ist seinerseits um eine vertikale Achse 6 drehbar in einem gabelförmigen Träger 3 gelagert. Die vertikale Achse 6 läuft durch das Zentrum Z des Rades 5 beziehungsweise in großer Nähe an diesem vorbei. Vorzugsweise beträgt ihr Abstand vom Zentrum weniger als 80%, besonders bevorzugt weniger als 20 % der Rad- bzw. Felgenbreite. Durch diese drehbewegliche Lagerung des Achsschenkels 1 werden Hebelwege verkürzt, welche bei üblichen Radaufhängungen 10 15 zur Übertragung von störenden Kräften auf die Lenkung führen.

Der Träger 3 ist an seinem oberen Ende über den Dämpferkolben 4 eines Federbeins mit der Karosserie gekoppelt. Weiterhin ist er an seinem unteren Ende in 20 einem kostengünstigen Standard-Kugelgelenk 2 über den gabelförmigen Lenker 8 (Figur 2) mit der Karosserie verbunden, wobei der Lenker 8 seinerseits in zwei Scharniergeelenken 10 drehbeweglich um eine Achse 11 an der Karosserie befestigt ist. Durch diese zusätzliche Ankopplung des Trägers 3 an die Karosserie 25 werden dessen Freiheitsgrade reduziert, was zu einer zusätzlichen Isolation und einer erhöhten Steifheit führt. Die Schwenkachse 11 des Lenkers 8 ist vorzugsweise im Wesentlichen parallel zur Fahrzeuglängsachse.

Des Weiteren ist in Figur 1 ein Endabschnitt eines Stabilisators 20 erkennbar, welcher in einem Gummilager oder Kugelgelenk 21 am Federbein 4 angekoppelt ist. 30 Der Stabilisator 20 hat in bekannter Weise die Grundfunktion, die an derselben Achse befindlichen Räder des Kraftfahrzeuges miteinander zu koppeln. Zusätzlich sorgt der Stabilisator vorliegend dafür, daß Verdrehungen des Federbeines 4 verhindert werden, wenn Kräfte in Längs- oder Querrichtung am Träger 3 angreifen.

Derartige Kräfte würden ohne eine Verdreh sicherung des Federbeines 4 zu dessen Rotation führen können, da der Träger 3 mit dem Lenker 8 (Figur 2) in einem beliebig drehbaren Kugelgelenk 2 verbunden ist.

- 5 In Figur 2 ist eine mögliche Ausgestaltung der vorstehend beschriebenen Radauf hängung perspektivisch dargestellt. Dabei ist insbesondere der Aufbau des Federbeines aus Dämpferkolben 4 und Schraubendruckfeder 7 erkennbar. Ferner ist am Achsschenkel 1 ein Ansatz 9 zu sehen, an welchem ein weiteres Lenker element beziehungsweise eine Spurstange befestigt werden kann.

10

Durch die Verwendung des Kugelgelenkes 2 zwischen Lenker 8 und Träger 3 wird es möglich, das Federbein 4 bei Einhaltung der kinematischen Randbedingungen in anderen Ebenen als senkrecht zur Schwenkachse 11 des Lenkers 8 relativ zur Karosserie anzuordnen. Diese Freiheit bei der Positionierung des Federbeines 4

- 15 kann dazu verwendet werden, die Packungsdichte des Aufbaus, die Austausch barkeit mit anderen Typen von Radkonstruktionen, sowie die Kinematik der Rad aufhängung zu verbessern. Insbesondere ist es möglich, das Federbein 4 rück wärts geneigt anzuordnen, um hierdurch das Anti-dive Verhalten der Aufhängung zu verbessern. Ferner kann das Federbein in gleicher Weise wie bei einer her kömmlichen McPherson Achse angeordnet werden, um an dieselben Anlenkpunk te zu passen und daher einen leichteren Austausch zu ermöglichen. Schließlich kann die Freiheit bei der Anordnung des Federbeines auch dazu ausgenutzt wer den, die Lenkachse und das Federbein in derselben Ebene anzuordnen, um den Raum für die Lenkbewegung zu maximieren.

- 20 25 Figur 3 zeigt in einer Perspektive eine Abwandlung der vorstehend beschriebenen Radaufhängung, bei welcher der Stabilisator 20 am Träger 3 (statt am Feder bein 4) angekoppelt ist.

- 30 Figur 4 zeigt ein Detail einer Radaufhängung, bei welcher das Rad nicht in einem Achsschenkel, sondern an einer Spindel 101 befestigt ist. Die Spindel 101 wird dabei von einem U-förmigen Joch 102 getragen, welches seinerseits an einem U förmigen Träger 103 drehbeweglich um die vertikale Achse 106 befestigt ist. Erfin

dungsgemäß verläuft die vertikale Achse 106 wiederum (annähernd) durch das Zentrum Z der Radaufhängung.

In Figur 5 ist eine zweite Variante einer erfindungsgemäßen Radaufhängung dar-
5 gestellt, die von einer Radaufhängung gemäß der DE 44 09 571 A1 ausgeht. Gle-
iche Teile wie bei den Figuren 1 und 2 sind dabei mit korrespondieren, um 200 er-
höhten Bezugszeichen versehen.

Die Radaufhängung enthält einen Achsschenkel 201 als Lagerelement für ein Rad
10 (nicht dargestellt), welcher an seinem oberen Ende drehbeweglich um eine vertikale Achse 206 an einem Träger 203 gelagert ist. Der Träger 203 ist seinerseits mit einem Federbein 204, das u.a. eine Spiralfeder 207 enthält,
verbunden.

Des Weiteren ist ein (Quer-)Lenker 208 in zwei Scharniergelenken 210 an der Ka-
15 rosserie schwenkbeweglich um eine Achse 211 gelagert. Das andere Ende des Lenkers 208 ist – im Unterschied zur ersten Variante der Figuren 1 bis 4 - in einem Scharniergelenk 202 mit dem Lagerelement 201 verbunden, wobei die Scharnier-
achse mit der vertikalen Achse 206 fluchtet. Anstelle eines Scharniergelenkes 201 könnte auch ein kostengünstiges Standard-Kugelgelenk vorgesehen sein.

20 Um das Federbein 204 gegen eine Verdrehung zu stabilisieren, ist es über ein Kugelgelenk 221 mit einem Stabilisator 220 verbunden. Die Notwendigkeit der Befestigung eines zusätzlichen Lenkers am Federbein (vgl. DE 44 09 571 A1) ent-
fällt hierdurch, wodurch die Radaufhängung kompatibel mit einer solchen vom
25 McPherson Typ wird.

Patentansprüche

1. Radaufhängung für ein Kraftfahrzeug, enthaltend

- a) ein Lagerelement (1, 101) für die Radachse;
- b) einen Träger (3, 103), an welchem das Lagerelement bezüglich einer im Wesentlichen vertikalen Achse (6, 106) drehbar gelagert ist, wobei die vertikale Achse nahe dem Radzentrum (Z) verläuft;
- c) ein Federbein (4), das mit dem Träger (3) verbunden und an der Karosserie abgestützt ist;
- d) einen Lenker (8), welcher mit der Karosserie gekoppelt und mit dem Träger (3) in einem Gelenk (2) verbunden ist;

dadurch gekennzeichnet, daß

das Federbein (4) und/oder der Träger (3) mit einem Stabilisator (20) gekoppelt ist.

15

2. Radaufhängung für ein Kraftfahrzeug, enthaltend

- a) ein Lagerelement (201) für die Radachse;
- b) einen Träger (203), an welchem das Lagerelement bezüglich einer im Wesentlichen vertikalen Achse (206) drehbar gelagert ist, wobei die vertikale Achse nahe dem Radzentrum (Z) verläuft;
- c) ein Federbein (204), das mit dem Träger (203) verbunden und an der Karosserie abgestützt ist;
- d) einen Lenker (208), welcher mit der Karosserie gekoppelt und mit dem Lagerelement (201) in einem Gelenk (202) verbunden ist;

25 dadurch gekennzeichnet, daß

das Federbein (204) und/oder der Träger (3) mit einem Stabilisator (220) gekoppelt ist.

3. Radaufhängung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Stabilisator (20, 220) über ein elastisches Lager oder über ein Kugelgelenk (21, 221) mit dem Federbein (4, 204) und/oder dem Träger (3) gekoppelt ist.
5

4. Radaufhängung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Lenker (8) an dem Träger (3) oder dem Lagerelement in einem Kugelgelenk (2) befestigt ist.
10

5. Radaufhängung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Federbein (4, 204) in einer relativ zur Vertikalen gekippten Position angeordnet ist.
15

6. Radaufhängung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Federbein (4, 204) in derselben Ebene wie die Lenkachse liegt.
20

7. Radaufhängung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Lenker (8, 208) an der Karosserie in mindestens einem Scharniergelenk (10, 210) befestigt ist.
25

8. Radaufhängung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Lagerelement als Achsschenkel (1, 201) oder als Spindel (101) ausgebildet ist.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Zusammenfassung

Radaufhängung für ein Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft eine Radaufhängung für ein Kraftfahrzeug, wobei der Achsschenkel (1) an einem Träger (3) um eine vertikale Achse (6) drehbeweglich befestigt ist. Die vertikale Achse (6) läuft dabei näherungsweise durch das Zentrum (Z) des Rades. Der Träger (3) ist ferner an seinem unteren Ende über einen Lenker (8) mit der Karosserie gekoppelt, wobei der Lenker (8) schwenkbeweglich an der Karosserie gelagert ist. Anstelle des Achsschenkels (1) kann auch eine Spindel um eine vertikale Achse durch das Radzentrum drehbeweglich gelagert sein. Das Federbein (4) wird durch die Ankopplung an einen Stabilisator (20) gegen Verdrehungen gesichert.

(Figur 2)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

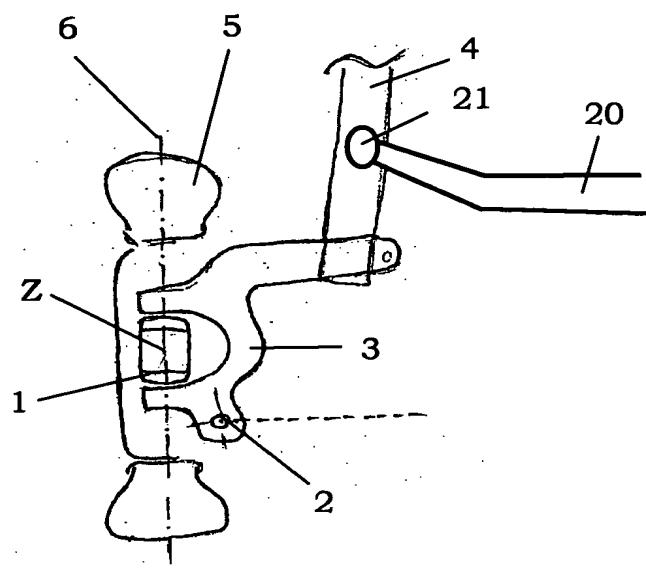


Fig. 1

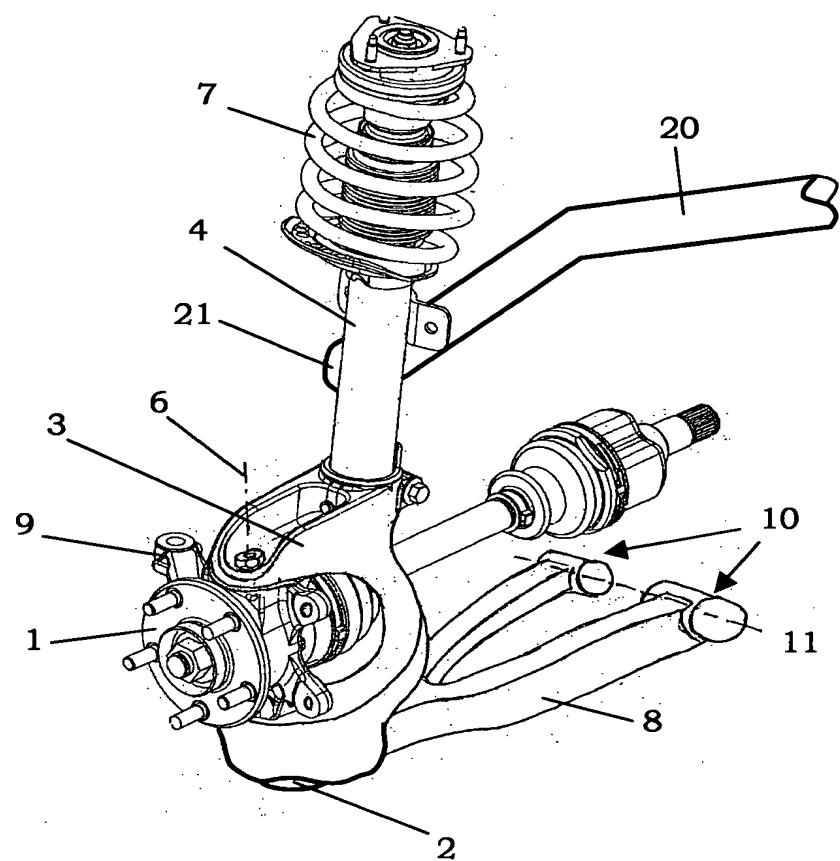


Fig. 2

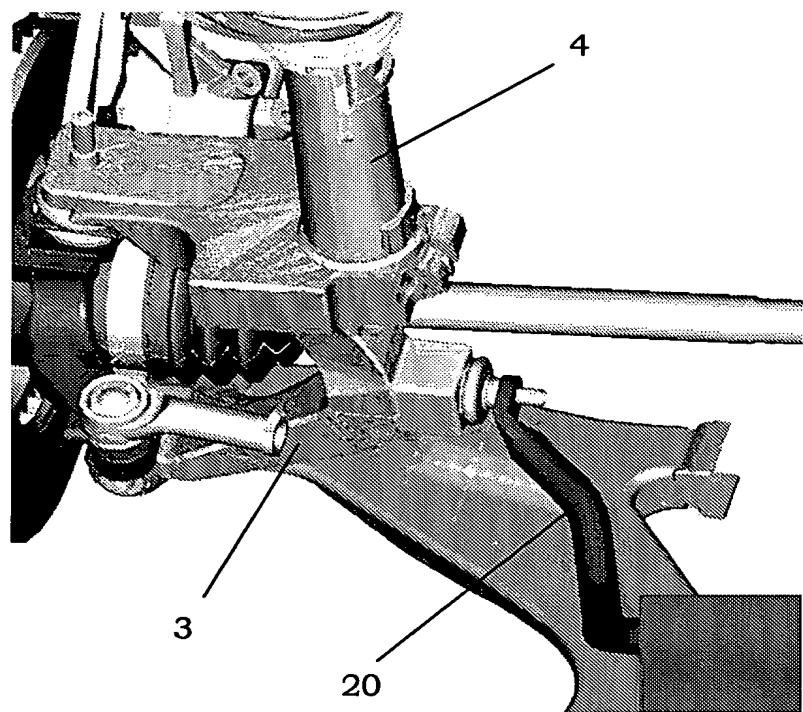


Fig. 3

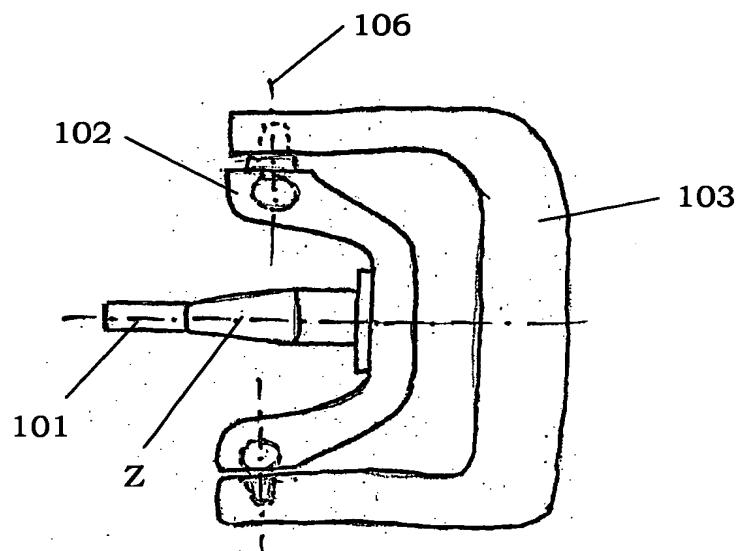


Fig. 4

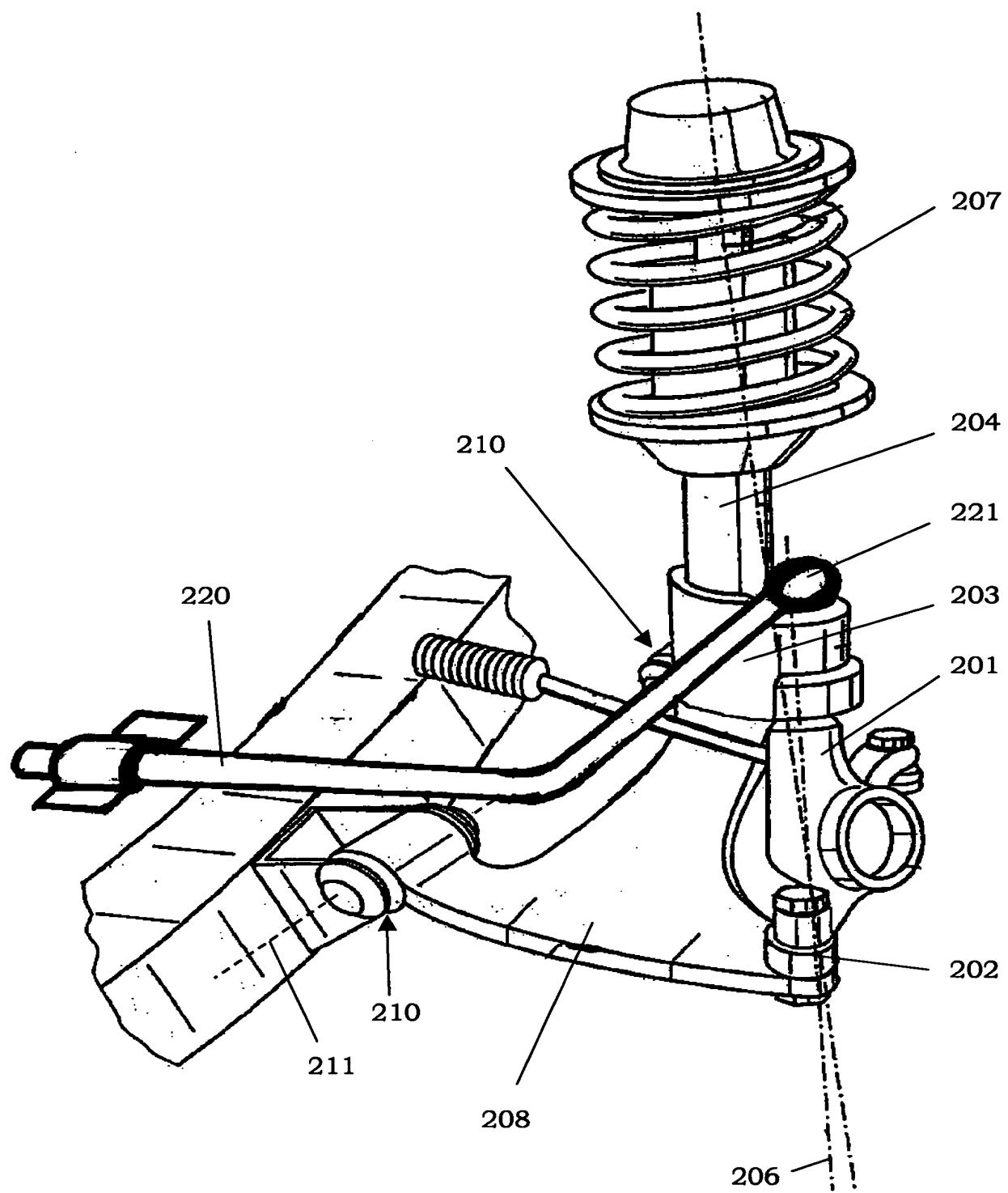


Fig. 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)